

CF0 15873 US / sei



特許庁
PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年11月 6日

出願番号
Application Number:

特願2000-337900

出願人
Applicant(s):

キヤノン株式会社

Appl. No.: 09/976,096
Filed: October 15, 2001
Inv.: Tetsuya Itano, et al.
Title: Image Pickup Apparatus

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-200000

【書類名】 特許願

【整理番号】 4326008

【提出日】 平成12年11月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 31/00
H01L 27/14

【発明の名称】 固体撮像装置及び固体撮像システム

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 高橋 秀和

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100065385

【弁理士】

【氏名又は名称】 山下 穰平

【電話番号】 03-3431-1831

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010700

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703871

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置及び固体撮像システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を電荷に変換する光電変換手段と、前記光電変換手段を保護する保護膜と、前記保護膜上に接するように設けられ入射光を前記光電変換手段上に集めるマイクロレンズとを備え、

前記保護膜の表面を平坦化し、平坦化した面に前記マイクロレンズを設ける固体撮像装置。

【請求項 2】 前記保護膜は、無機材料からなることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記保護膜は、化学的機械的研磨によって平坦化される請求項 1 又は 2 記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記保護膜は、化学的機械的研磨を行える材料からなる請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 前記保護膜は、SiON 系又は SiO 系の材料からなる請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の固体撮像装置。

【請求項 6】 前記光電変換手段を含む撮像素子は、MOS 型撮像素子である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の固体撮像装置。

【請求項 7】 カラーフィルタを前記マイクロレンズよりも光の入射側に設けることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の固体撮像装置。

【請求項 8】 請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の固体撮像装置と、前記固体撮像装置へ光を結像する光学系と、前記固体撮像装置からの出力信号を処理する信号処理回路とを有することを特徴とする固体撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、たとえば、デジタルカメラに用いる固体撮像装置及び固体撮像システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、平面上に、同一チップ上に形成したフォトダイオードを有する複数の画素の各々にマイクロレンズを備え、各マイクロレンズにより被写体からの光を、フォトダイオードに集めて、各画素からの出力信号を、画像処理部において処理して画像を形成する固体撮像装置がある。

【0003】

図6は、従来のCCD撮像素子を用いた固体撮像装置のフォトダイオード及びマイクロレンズの周辺の断面図である。図6には、シリコンなどからなる基板21と、基板21上に設けられたフォトダイオード22と、フォトダイオード22が設けられた基板21上に形成した酸化膜29と、フォトダイオード22で変換された電荷などを転送するためのクロック信号が伝送されるポリシリコンなどからなる3層の配線23と、主として配線23の下に設けられている電荷転送用の垂直CCDレジスタ V_{CCD} を遮光するタンゲステンなどからなる遮光層24と、フォトダイオード22などを外気(O_2 , H_2O)、不純物イオン(K^+ , Na^+)などから保護する SiO_2 などからなる第1保護膜25及び $SiON$ 系などの第2保護膜30と、第2保護膜30の凹凸を少なくする有機材料からなる平坦化層26と、フォトダイオード22に被写体からの光を集める平坦化層26上に設けられたマイクロレンズ27とを示している。

【0004】

図6に示すような固体撮像装置は、基板21上にイオン注入などによりフォトダイオード22を形成し、層間絶縁層を介して3層の配線23を形成する。さらに、層間絶縁層を介して遮光層24を形成する。ここで、遮光層24は、配線23を覆うように形成することで、垂直CCDレジスタ V_{CCD} に光が入射しないようにしている。

【0005】

つづいて、その上にフォトダイオード22などを外気や水分から保護するために、第1保護膜25を形成する。それから、その上に第2保護膜30を形成する。第2保護膜30は、遮光層24の形状に応じて高低差が7000Å程度の凹凸

ができるので、この凹凸を少なくするように平坦化層 26 を形成する。平坦化層 26 は、具体的には、第 2 保護膜 30 条に有機材料を塗布し、この有機材料を熱によるリフロー等によって平坦化することで第 2 保護膜 30 の凸部からの厚さが 1 μm 程度の平坦化層 26 を形成する。

【0006】

このように形成された平坦化層 26 の上面と、フォトダイオード 22 の上面との距離は、4 ~ 6 μm 程度となる。それから、平坦化層 26 の上に、マイクロレンズ 27 を設けることによって、図 6 に示すような固体撮像装置が製造される。

【0007】

図 7 は、MOS 型撮像素子を用いた固体撮像装置のフォトダイオード及びマイクロレンズの周辺の断面図である。図 7 において、32 はフォトダイオード 22 で変換された電荷の転送先であるフローティングディフュージョン領域、31 はフォトダイオード 22 で変換された電荷の転送を制御する転送ゲート、33 は隣接する撮像素子との分離を行う選択酸化膜である。

【0008】

なお、図 7 において図 6 に示した部分と同様の部分には、同一符号を付しているが、配線 23 は 1 層だけ形成しており、遮光層 24 はアルミニウムで形成している。図 7 に示す固体撮像装置は、図 6 と同様の手順によって製造されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の CCD 撮像素子を用いた固体撮像装置は、遮光層の上面から酸化膜の上面までの厚さが 7000 \AA 程度もあるので、マイクロレンズに対して斜めに光が入射すると、この光がフォトダイオード上でなく、遮光層上に集められる場合があった。マイクロレンズによって光がフォトダイオード上に集められないと、フォトダイオードの受光感度が低下したり、光シェーディングが発生する場合がある。

【0010】

また、従来の MOS 型撮像素子を用いた固体撮像装置は、CCD 撮像素子を用いたものに比して画素サイズが大きく、フォトダイオードの一辺の幅を広くする

ことができるので、マイクロレンズに対して斜めに光が入射しても、この光がフォトダイオード上に集められていた。ところが、近年CMOSセンサの画素の微細化の要求に伴い、フォトダイオードが従来のものよりも小さいものも形成されつつあり、具体的には、フォトダイオードの各辺の長さは $3\mu\text{m}$ 程度から $1.5\mu\text{m}$ にまで狭められている。フォトダイオードが小さくなると、CCD撮像素子を用いた固体撮像装置と同様に、マイクロレンズによって光が遮光層上に集められ、フォトダイオードの受光感度の低下や、光シェーディングの発生が想定される。

【0011】

そこで、本発明は、MOS型撮像素子を備えた固体撮像装置におけるフォトダイオードの受光感度の低下や、光シェーディングの発生を防止することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、光を電荷に変換する光電変換手段と、前記光電変換手段を保護する保護膜と、前記保護膜上に接するように設けられ被写体からの光を前記光電変換手段上に集めるマイクロレンズとを備え、前記保護膜の表面を平坦化し、平坦化した面に前記マイクロレンズを設ける。

【0013】

また、本発明の固体撮像システムは、上記固体撮像装置と、前記固体撮像装置へ光を結像する光学系と、前記固体撮像装置からの出力信号を処理する信号処理回路とを有する。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0015】

（実施形態1）

図1は、本発明の実施形態1の固体撮像装置のフォトダイオードなどの光電変換手段及びマイクロレンズの周辺の断面図である。図1には、シリコンなどから

なる基板 21 と、基板 21 上に設けられたフォトダイオード 22 と、フォトダイオード 22 で変換された電荷の転送先であるフローティングディフュージョン領域 32 と、フォトダイオード 22 で変換された電荷の転送を制御する転送ゲート 31 と、隣接する MOS 型撮像素子との分離を行う選択酸化膜 33 と、基板 21 上に形成した酸化膜 29 と、フォトダイオード 22 で変換された電荷などを伝送するポリシリコンやアルミニウムなどから配線 23 と、フローティングディフュージョン領域 32、選択酸化膜 33 及びトランジスタを遮光するアルミニウムなどからなる遮光層 24 と、フォトダイオード 22 などを主として外気や水分や不純物イオン (K^+ , Na^+ , H_2O 等の不純物汚染) から保護する SiO_2 などの無機材料 (無機化合物) からなる第 1 保護膜 25 及び SiN や $SiON$ などの無機材料 (無機化合物) からなる保護膜であるところの第 2 保護膜 30 と、第 2 保護膜 30 上に設けられフォトダイオード 22 に被写体からの光を集めるマイクロレンズ 27 とを示している。

【0016】

図 1 に示す固体撮像装置は、フローティングディフュージョン領域 32、選択酸化膜 33 及び MOS トランジスタに光が入射しないように遮光膜 24 を設けているので、その上に第 1 保護膜 25 を形成すると、第 1 保護膜 25 には、遮光層 24 の形状に応じて高低差が 7000 Å 程度の凹凸が生じる。

【0017】

そのため、マイクロレンズ 27 を平らな面に載置するため、上面が平らな第 2 保護膜 30 を形成する。第 2 保護膜 30 は、具体的には第 1 保護膜 25 上に $SiON$ 系材料を塗布し、この表面を化学的機械的研磨 (Chemical Mechanical Polish: CMP) などによって、平坦化することで第 1 保護膜 25 の凸部からの厚さが 2000 Å 程度、第 1 保護膜 25 の凹部からの厚さが 9000 Å 程度の第 2 保護膜 30 を形成する。

【0018】

このように形成した第 2 保護膜 30 の上面からフォトダイオード 22 の上面までの厚さは、2.5~3.5 μm 程度となる。それから、第 2 保護膜 30 の上に、マイクロレンズ 27 を設けることによって、図 1 に示すような固体撮像装置を

製造する。

【0019】

以上説明したように、本実施形態では、第2保護膜30をSiON系の材料を用いていることに鑑みて、これをCMPによって平坦化することで、特に、平坦化層を設けることなく、斜めに入射した光を、フォトダイオード22上に集めるようにしている。

【0020】

(実施形態2)

図2は、本発明の実施形態2の固体撮像装置のフォトダイオード及びマイクロレンズの周辺の断面図である。図2において、28はSiO系等の無機材料（無機化合物）からなる保護膜であるところの第3保護膜である。なお、図2において、図1と同様の部分には同一の符号を付している。

【0021】

図2に示す固体撮像装置は、図1と同様に、第1保護膜25を形成した後に、この上に、第2保護膜30をたとえば2000Å程度の厚さで形成する。それから、この上に第3保護膜28を形成している。第3保護膜28は、具体的には、第2保護膜30上にSiO系の材料を塗布して、これをCMPによって、平坦化することで第2保護膜30の凸部からの厚さが2000Å程度、第2保護膜30の凹部からの厚さが9000Å程度の第3保護膜28を形成する。

【0022】

このように形成した第3保護膜28の上面からフォトダイオード22の上面までの距離は、2.7～3.7μm程度となる。それから、第3保護膜28上に、マイクロレンズ27を設けることによって、図2に示すような固体撮像装置を製造する。

【0023】

以上説明したように、本実施形態では、CMPによって第3保護膜28を形成することによって、フォトダイオード22の一辺の長さが1.5μm程度の固体撮像装置に対して斜めに入射した光を、フォトダイオード22上に集めるようにしている。

【0024】

上記実施形態1, 2で記載したSiON系又はSiO系の材料として、具体的には、 Si_3N_4 , SiO_2 , プラズマSiON, プラズマSiN, プラズマSiO等がある。

【0025】

(実施形態3)

図3は、実施形態1, 2の固体撮像装置として、特に有効な構成の固体撮像装置の示す模式図である。図3に示す固体撮像装置は、同一半導体チップ上に形成されている。図3において、905は光電変換手段を有する画素、901~904は画素905が2次元に配列されそれぞれ像を結像させるR, G1, G2, Bの各撮像領域であり、4つの撮像領域901~904は、2次元状に配列されている。

【0026】

また、図3において、906a~906dはそれぞれ各撮像領域901~904に配列されている各画素905から電荷に基づく増幅信号を読み出すための制御信号を供給するタイミングを制御する垂直シフトレジスタ、909は制御信号を各画素905へ供給する水平信号線、912は各画素905から読み出された増幅信号を伝送する垂直信号線、911a~911dはそれぞれ各撮像領域901~904の垂直信号線912に読み出された増幅信号を順次外部の処理回路への転送を制御する水平シフトレジスタである。

【0027】

なお、R, G1, B, G2の各撮像領域901~904は、光学設計上たとえばRフィルタが設けられたR撮像領域901とBフィルタが設けられたB撮像領域904とが対角に配置され、G1フィルタが設けられたG1撮像領域902とG2フィルタが設けられたG2撮像領域903とが対角に配置されている。

【0028】

図4は、各画素905の構成を示す等価回路図であり、図1, 図2は、それぞれ各画素905の断面図を示すものである。図4において、921は入射光を光電変換するフォトダイオード（光電変換手段）、922は電気信号をフローティ

ングディフュージョン領域に転送する転送スイッチ（転送手段）、924はフローティングディフュージョン領域の電荷をリセットするリセットスイッチ（リセット手段）、923は増幅信号を得るためのMOSトランジスタ（増幅手段）、925はMOSトランジスタから選択的に増幅信号を読み出すための選択スイッチである。

【0029】

上記で説明した転送スイッチ、リセットスイッチ、MOSトランジスタ、及び選択スイッチは、垂直シフトレジスタ906から供給される信号によって制御される。

【0030】

つぎに、図3、図4の動作を説明する。まず、被写体像は撮像レンズによって4つの像に分割され、各撮像領域901～904に集光される。そして、R、G1、G2、Bの各撮像領域901～904内の対応する位置に配置されている各フォトダイオード921に光が入射すると、電荷が生成される。その後、各転送スイッチ922がオンされると、各フォトダイオード921内の電荷は、各フローティングディフュージョン領域に転送される。これにより、これらの電荷によって各MOSトランジスタ923のゲートがオンされる。

【0031】

つぎに、垂直シフトレジスタ906a～906dからの制御信号が各水平信号線909を通じて増幅信号の読み出しが選択された選択スイッチ925のゲートをオンすると、係るMOSトランジスタ923によって得られた増幅信号が、各垂直信号線912に読み出される。なお、増幅信号が読み出された各画素905では、各リセットスイッチ924がオンされ、各フローティングディフュージョン領域及び各フォトダイオード921の電位がリセットされる。

【0032】

一方、各垂直信号線912に読み出された増幅信号は、各水平シフトレジスタ911の制御に従って、順次、図示しない処理回路へたとえばR撮像領域901、G1撮像領域902、B撮像領域904、G2撮像領域903の各画素905の順に転送される。

【0033】

図3に示すように、本実施形態の固体撮像装置は、各撮像領域901～904毎に、垂直シフトレジスタ906a～906dと水平シフトレジスタ911a～911dとをそれぞれ設けて、各垂直シフトレジスタ906a～906dから対応する位置の各画素905に対して同時に制御信号を供給し、さらに、水平シフトレジスタ911a～911dによって、各画素905から読み出された増幅信号を処理回路へ転送している。そして、本実施形態では、それぞれの撮像領域901～904に形成されているカラーフィルタは、マイクロレンズ上部（マイクロレンズよりも光の入射側）であって、マイクロレンズが形成されている半導体チップとは別に配置されている。

【0034】

（実施形態4）

図5は、実施形態1～3において説明した固体撮像装置を用いた固体撮像システムの構成図である。図5において、1はレンズのプロテクトとメインスイッチを兼ねるバリア、2は被写体の光学像を固体撮像素子4に結像させるレンズ、3はレンズを通った光量を可変するための絞り、4はレンズ2で結像された被写体を画像信号として取り込むための固体撮像素子、5は固体撮像素子4から出力される画像信号に各種の補正、クランプ等の処理を行う撮像信号処理回路、6は固体撮像素子4より出力される画像信号のアナログ／デジタル変換を行うA／D変換器、7はA／D変換器6より出力された画像データに各種の補正を行ったりデータを圧縮する信号処理部、8は固体撮像素子4、撮像信号処理回路5、A／D変換器6、信号処理部7に各種タイミング信号を出力するタイミング発生部、9は各種演算とスチルビデオカメラ全体を制御する全体制御・演算部、10は画像データを一時的に記憶するためのメモリ部、11は記録媒体に記録又は読み出しを行うための記録媒体制御インターフェース部、12は画像データの記録又は読み出しを行うための半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体、13は外部コンピュータ等と通信するための外部インターフェース（I／F）部である。

【0035】

つぎに、図5の動作について説明する。バリア1がオープンされるとメイン電

源がオンされ、つぎにコントロール系の電源がオンし、さらに、A/D変換器6などの撮像系回路の電源がオンされる。それから、露光量を制御するために、全体制御・演算部9は絞り3を開放にし、固体撮像素子4から出力された信号は、撮像信号処理回路5をスルーしてA/D変換器6へ出力される。A/D変換器6は、その信号をA/D変換して、信号処理部7に出力する。信号処理部7は、そのデータを基に露出の演算を全体制御・演算部9で行う。

【0036】

この測光を行った結果により明るさを判断し、その結果に応じて全体制御・演算部9は絞りを制御する。つぎに、固体撮像素子4から出力された信号をもとに、高周波成分を取り出し被写体までの距離の演算を全体制御・演算部9で行う。その後、レンズを駆動して合焦か否かを判断し、合焦していないと判断したときは、再びレンズを駆動し測距を行う。

【0037】

そして、合焦が確認された後に本露光が始まる。露光が終了すると、固体撮像素子4から出力された画像信号は、撮像信号処理回路5において補正等がされ、さらにA/D変換器6でA/D変換され、信号処理部7を通り全体制御・演算9によりメモリ部10に蓄積される。その後、メモリ部10に蓄積されたデータは、全体制御・演算部9の制御により記録媒体制御I/F部を通り半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体12に記録される。また外部I/F部13を通り直接コンピュータ等に入力して画像の加工を行ってもよい。

【0038】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明は、平坦化した保護膜上に接するようにマイクロレンズを設けているので、マイクロレンズとフォトダイオードとの間を薄くすることが可能となり、フォトダイオードの受光感度の低下や、光シェーディングの発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態1の固体撮像装置のフォトダイオード及びマイクロレンズの

周辺の断面図である。

【図 2】

本発明の実施形態 2 の固体撮像装置のフォトダイオード及びマイクロレンズの周辺の断面図である。

【図 3】

本発明の実施形態 3 の固体撮像装置を示す図である。

【図 4】

図 3 の固体撮像装置の 1 画素の等価回路を表す図である。

【図 5】

本発明の実施形態 4 の固体撮像システムの構成図である。

【図 6】

従来の CCD 撮像素子を用いた固体撮像装置のフォトダイオード及びマイクロレンズの周辺の断面図である。

【図 7】

従来の MOS 型撮像素子を用いた固体撮像装置のフォトダイオード及びマイクロレンズの周辺の断面図である。

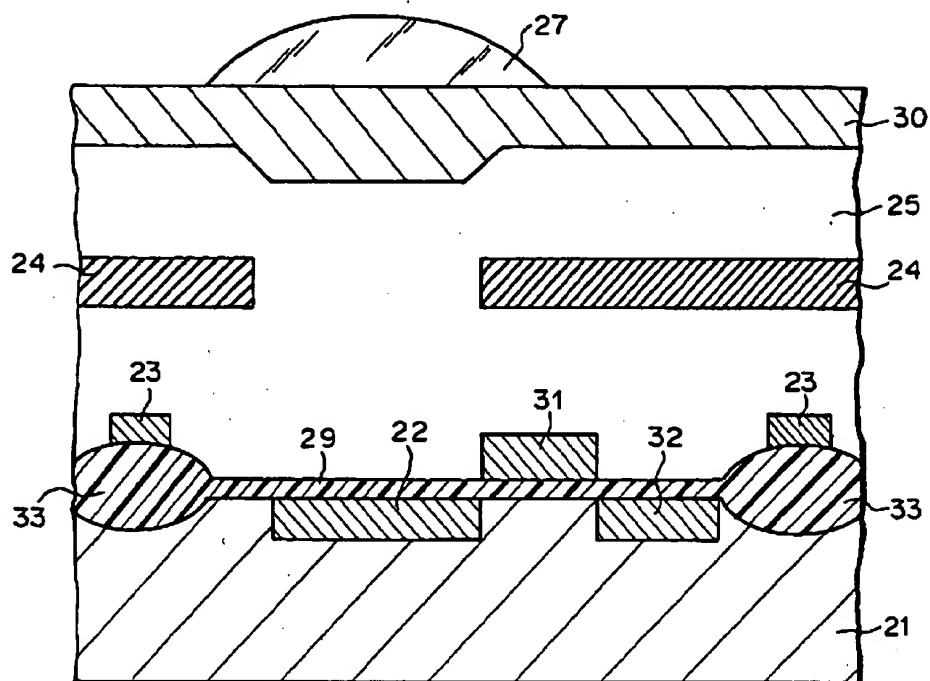
【符号の説明】

- 1 バリア
- 2 レンズ
- 3 絞り
- 4 固体撮像素子
- 5 撮像信号処理回路
- 6 A/D変換器
- 7 信号処理部
- 8 タイミング発生部
- 9 全体制御・演算部
- 10 メモリ部
- 11 記録媒体制御インターフェース (I/F) 部
- 12 記録媒体

- 1 3 外部インターフェース (I / F) 部
- 2 1 基板
- 2 2 フォトダイオード
- 2 3 配線
- 2 4 遮光層
- 2 5 第 1 保護膜
- 2 6 平坦化層
- 2 7 マイクロレンズ
- 2 8 第 3 保護膜
- 2 9 酸化膜
- 3 0 第 2 保護膜
- 3 1 転送ゲート
- 3 2 フローティングディフュージョン領域
- 3 3 選択酸化膜

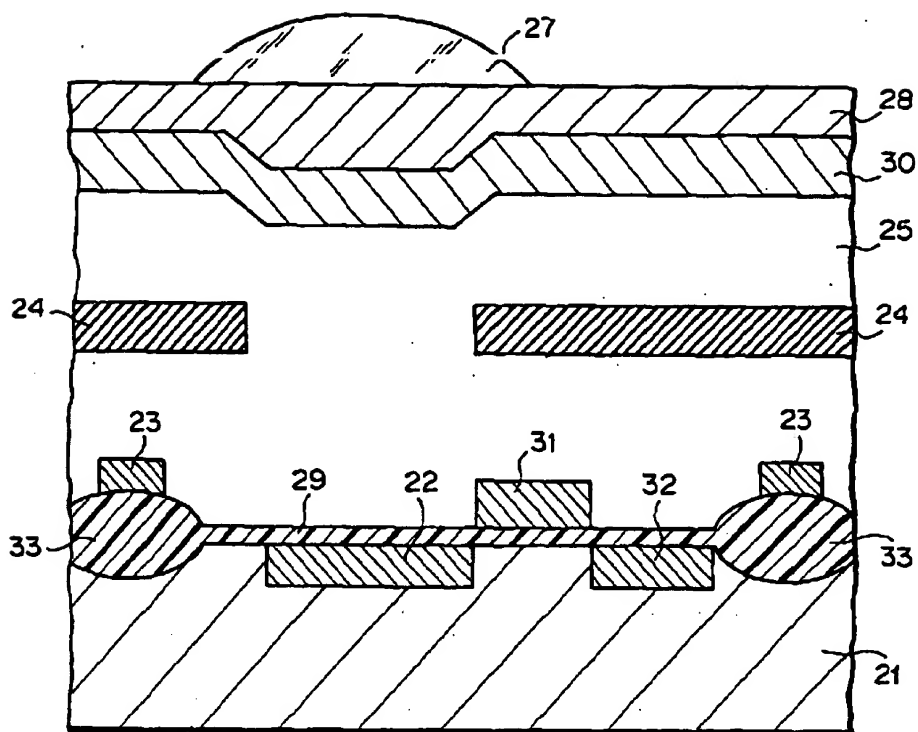
【書類名】 図面

【図 1】



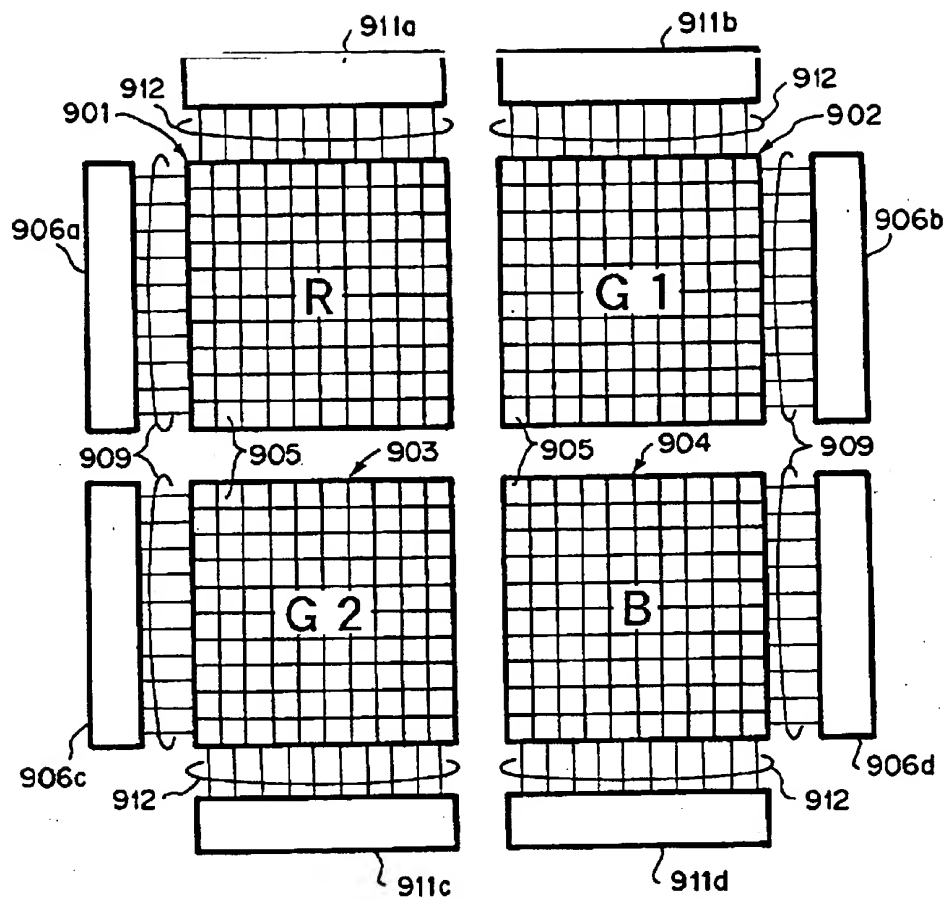
- 21 : 基板
- 22 : フォトダイオード
- 23 : 配線
- 24 : 遮光層
- 25 : 第1保護層
- 27 : マイクロレンズ
- 29 : 酸化膜
- 30 : 第2保護層
- 31 : 転送ゲート
- 32 : フローディング
ディフュージョン領域
- 33 : 選択酸化膜

【図2】



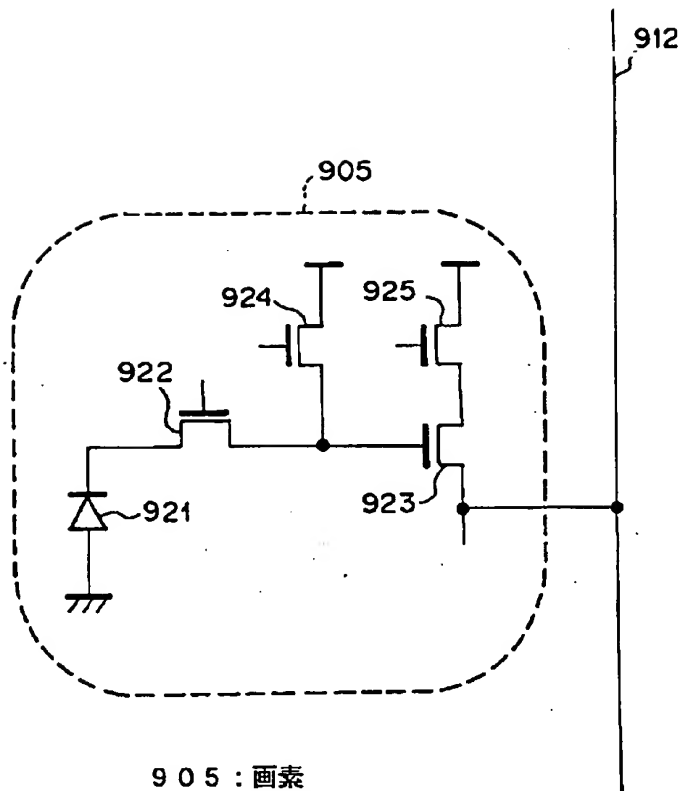
- 21 : 基板
- 22 : フォトダイオード
- 23 : 配線
- 24 : 遮光層
- 25 : 第1保護層
- 27 : マイクロレンズ
- 28 : 第3保護層
- 29 : 酸化膜
- 30 : 第2保護層
- 31 : 転送ゲート
- 32 : フローディング
ディフュージョン領域
- 33 : 選択酸化膜

【図3】



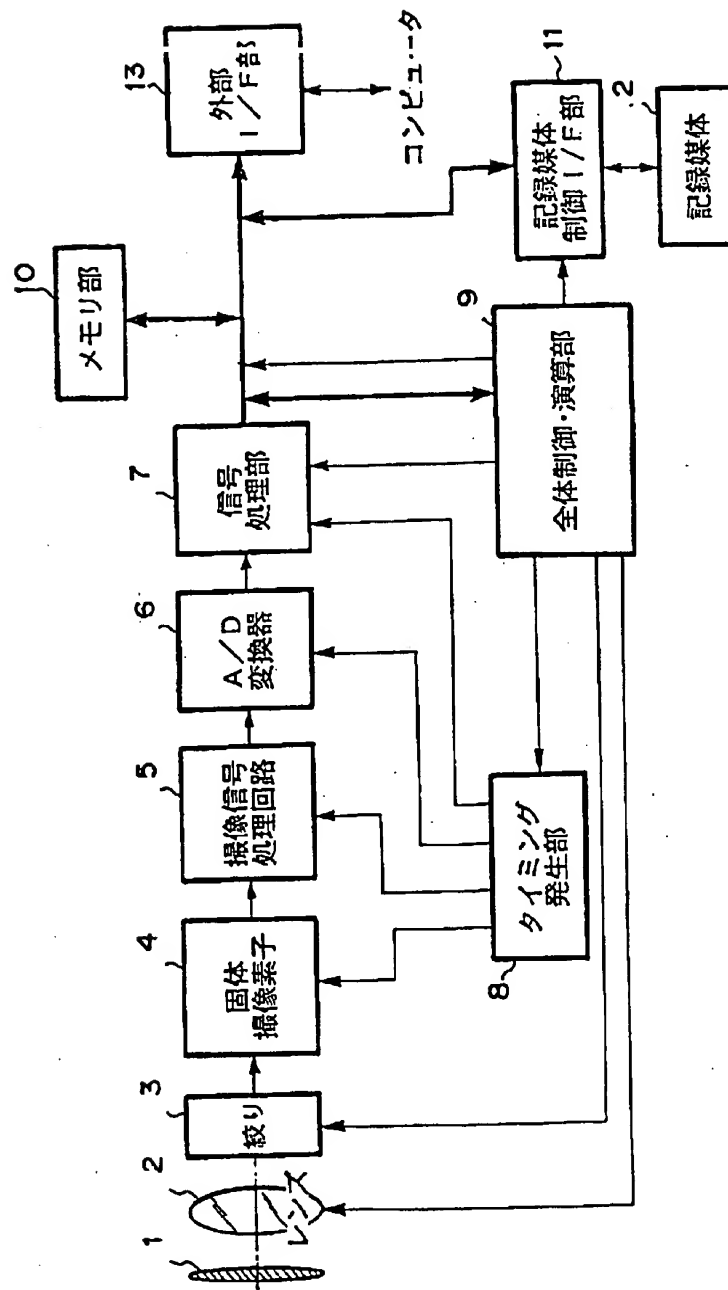
- | | |
|---------------|---------------------------|
| 901 : R 撮像領域 | 906 a ~ 906 d : 垂直シフトレジスタ |
| 902 : G1 撮像領域 | 909 : 水平信号線 |
| 903 : G2 撮像領域 | 911 a ~ 911 d : 水平シフトレジスタ |
| 904 : B 撮像領域 | 912 : 垂直信号線 |
| 905 : 画素 | |

【図4】

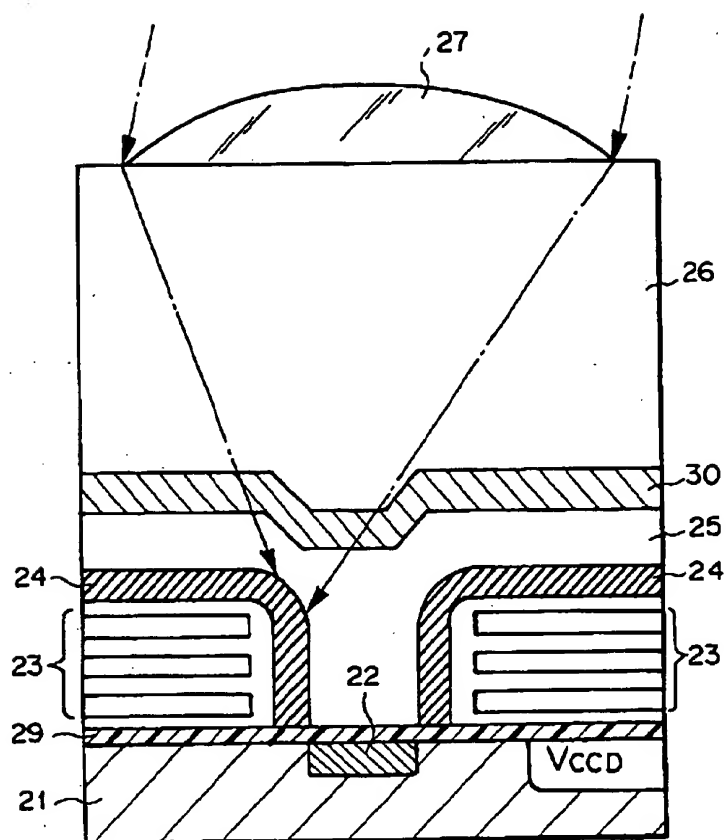


- 905 : 画素
- 912 : 垂直信号線
- 921 : フォトダイオード
- 922 : 転送スイッチ
- 923 : MOSトランジスタ
- 924 : リセットスイッチ
- 925 : 選択スイッチ

【図5】

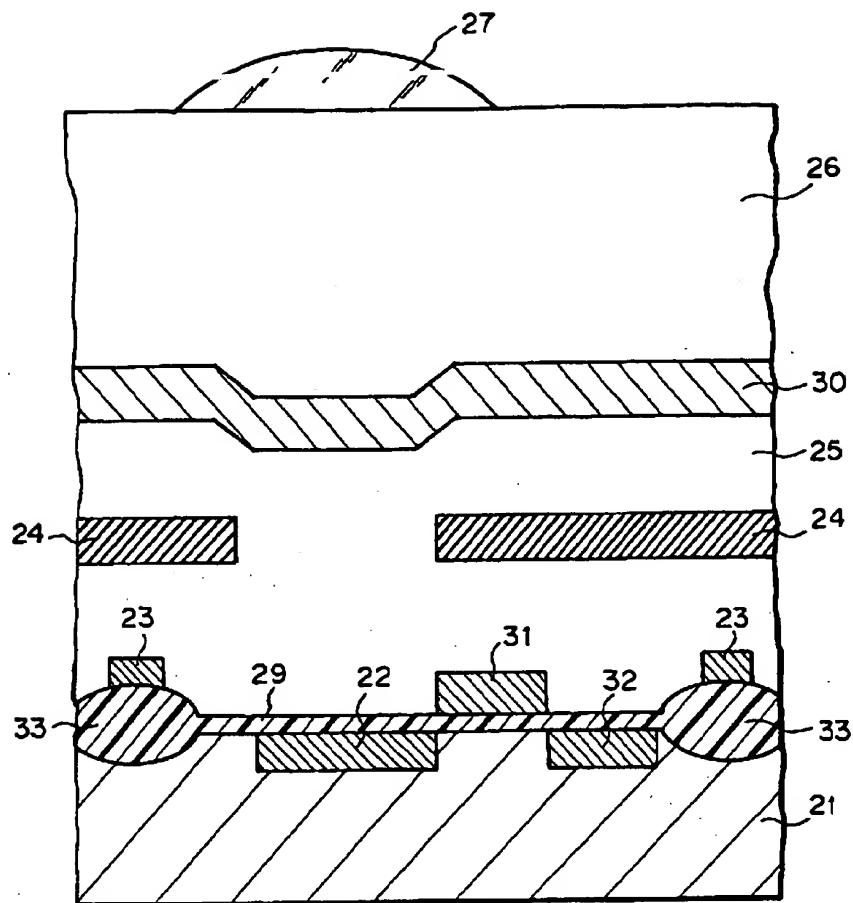


【図6】



- 21 : 基板
- 22 : フォトダイオード
- 23 : 配線
- 24 : 遮光層
- 25 : 第1保護膜
- 26 : 平坦化層
- 27 : マイクロレンズ
- 29 : 酸化膜
- 30 : 第2保護膜

【図7】



- 21 : 基板
- 22 : フォトダイオード
- 23 : 配線
- 24 : 遮光層
- 25 : 第1保護層
- 26 : 平坦化層
- 27 : マイクロレンズ
- 29 : 酸化膜
- 30 : 第2保護層
- 31 : 転送ゲート
- 32 : フローディング
ディフュージョン領域
- 33 : 選択酸化膜

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フォトダイオードの受光感度の低下や、光シェーディングの発生を防止する。

【解決手段】 光を電荷に変換する光電変換手段と、前記光電変換手段を保護する保護膜と、前記保護膜上に接するように設けられ入射光を前記光電変換手段上に集めるマイクロレンズとを備え、前記保護膜の表面を平坦化し、平坦化した面に前記マイクロレンズを設ける。

【選択図】 図1

特2000-337900

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社